

## **MEMORIAL DESCRITIVO**

### **PROJETO EXECUTIVO DE ADEQUAÇÃO DO CENTRO DE REABILITAÇÃO**

**BRASÍLIA, 18 DE JUNHO DE 2023.**



**Israel Almeida Ferreira**  
Eng. Mecânico  
CREA 31900/D-DF

## **INSTALAÇÃO DE SISTEMA CLIMATIZAÇÃO/ EXAUSTÃO**

### **DESCRIÇÃO**

Estabelecer os critérios e os parâmetros mínimos a serem seguidos no projeto executivo, na fabricação, fornecimento, tratamento de superfícies, inspeção e testes dos equipamentos e materiais dos sistemas de ar condicionado, ventilação e exaustão mecânica para atender as áreas do Centro de Reabilitação do Hospital das Forças Armadas – Brasília – DF.

### **PREMISSAS**

#### **Normas técnicas**

Os sistemas projetados são compatíveis com as normas nacionais vigentes, incluindo as publicadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), as resoluções e portarias do Ministério da Saúde e da Anvisa, além de algumas normas internacionais, quando houver omissão de processos regulamentados pelas mesmas.

- Norma da ABNT NBR 16.401-1/2008 - Instalações de Ar-Condicionado – Sistema centrais e unitários – Parte 1: Projetos das instalações;
- Norma da ABNT NBR 16.401-2/2008 - Instalações de Ar-Condicionado - Sistema centrais e unitários – Parte 2: Parâmetros de Conforto Térmico;
- Norma da ABNT NBR 16.401-3/2008 - Instalações de Ar-Condicionado - Sistema centrais e unitários – Parte 3: Qualidade do ar interior;
- Portaria N° 3.523/GM, de 28/08/1998, do Ministério da Saúde;
- Resolução RE N° 176 de 24/10/2000 da ANVISA. Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior em Ambientes Climatizados Artificialmente de Uso Público e Coletivo;
- Resolução RE N° 9 de 16/01/2003 da ANVISA. Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior em Ambientes Climatizados Artificialmente de Uso Público e Coletivo;
- Norma da ABNT NBR 13.971/2004 – Sistema de Refrigeração, condicionamento de Ar e Ventilação – Manutenção Programada;
- Norma da ABNT NBR 5.410/2004 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
- Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho e Emprego – NR-10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade;
- ASHRAE – American Society of Heat, refrigerating, and Air Conditioning Engineers;
- SMACNA – Sheet Metal and Air Conditioning Contractors' National Association;
- SMACNA – Manual for the Balancing And Adjustment of Air Distribution Systems;

- AMCA – American Moving and Conditioning Association. Os materiais serão novos, de classe, qualidade e graus adequados. Estarão de acordo com as últimas revisões dos padrões da ABNT e normas acima.

### SOLUÇÃO ADOTADA

O sistema será do tipo Expansão Direta, utilizando equipamentos do tipo Split VRF com gás R410-A. Serão utilizadas unidades condicionadoras com evaporadoras do modelo Hi-Wall e Cassete. Dessa forma, a distribuição de ar será realizada pela evaporadora, que será instalada nos ambientes. Todos os equipamentos recomendados para a instalação devem atender às exigências de eficiência energética dos órgãos regulatórios.

### METODOLOGIA DE CÁLCULO

Os cálculos de carga térmica foram realizados com o auxílio de um software computacional, o HAP (Hourly Analysis Program) versão 5.1 da Carrier. Esse programa permite a realização de um estudo detalhado das condições de operação do sistema e do comportamento térmico do ambiente. O método de cálculo utilizado é o "Transfer Function" da ASHRAE, que permite calcular a carga térmica e simular as condições hora a hora ao longo de um ano completo, com 8.760 horas.

Para obter os resultados, foi realizada a modelagem térmica de todo o edifício, levando em consideração fatores como os materiais utilizados na construção, desde a alvenaria até os vidros das janelas, a incidência solar, a taxa de ocupação de pessoas em cada ambiente e a dissipação de energia pelos equipamentos eletrônicos utilizados diariamente.

O detalhamento dos cálculos de carga térmica está disponível no ANEXO I deste memorial. Para determinar os valores de condutibilidade térmica, foram utilizados os coeficientes fornecidos pela ABNT NBR 15220, que foram desenvolvidos especificamente para avaliar o desempenho térmico das edificações brasileiras, de acordo com a nossa realidade.

Para calcular a dissipação de calor por pessoas, iluminação e equipamentos, foram utilizadas as tabelas apresentadas na ABNT NBR 16401 - Parte 1: 2008, as quais fornecem os seguintes parâmetros:

- Taxas típicas de calor liberado por pessoas
- Taxas típicas de dissipação de calor pela iluminação
- Taxas típicas de dissipação de calor de equipamentos de escritório – computadores
- Taxas típicas de dissipação de calor de equipamentos de escritório – impressoras e copiadoras

– Taxas típicas de dissipação de calor de equipamentos de escritório – equipamentos diversos

– Taxas típicas de dissipação de calor e umidade de alguns equipamentos comerciais – restaurantes e lanchonete

– Taxas típicas de dissipação de calor e umidade de alguns equipamentos comerciais – equipamentos médicos

– Valores típicos de dissipação de calor em equipamentos de laboratório

As vazões e a filtragem do ar exterior foram calculadas de acordo com a norma ABNT NBR 16401-3 – Instalações de Ar Condicionado – Sistemas Centrais e Unitários – Parte 3: Qualidade do Ar Interior. O ar exterior conforme a norma NBR 16401- 3:2008 é determinado da seguinte forma:

Vazão eficaz

A vazão eficaz de ar exterior  $V_{ef}$  é constituída pela soma de duas partes avaliadas separadamente: a vazão relacionada às pessoas (admitindo pessoas adaptadas ao recinto) e a vazão relacionada à área ocupada.

É calculada pela equação:

$$V_{ef}=(P_z \cdot F_p)+(A_z \cdot F_a) \quad (1)$$

Onde:

- $V_{ef}$  é a vazão eficaz de ar exterior, expressa em litros por segundo (L/s);
- $F_p$  é a vazão por pessoa, expressa em litros por segundo (L/s x pessoa);
- $F_a$  é a vazão por área útil ocupada (L/s x m<sup>2</sup>);
- $P_z$  é o número máximo de pessoas na zona de ventilação;
- $A_z$  é a área útil ocupada pelas pessoas, expressa em metros quadrados(m<sup>2</sup>).

Obs: valores a adotar para  $F_a$  e  $F_p$  estão estipulados na tabela 1 da NBR 16401-3.

Filtragem

O sistema de ar-condicionado deve filtrar continuamente o material particulado trazido pelo ar exterior. A norma NBR 16401-3/2008 traz as classificações e a filtragem mínima para o sistema.

## CARGA TÉRMICA - DIMENSIONAMENTO

As simulações computacionais realizadas no software HAP-Carrier permitiram o cálculo do balanço energético de todo o edifício. Essas simulações relacionaram a energia absorvida e dissipada em intervalos de tempo pré-definidos, de hora em hora, ao longo de um ano, utilizando bases de dados específicas.

A simulação foi conduzida para cada uma das zonas térmicas estabelecidas, levando em consideração a influência do ambiente externo e a interação entre as zonas. Os fatores de projeto foram obtidos das normas mencionadas anteriormente, assim como de informações fornecidas pelos fabricantes. As características construtivas do edifício foram inseridas no software, incluindo informações como espessura e material das paredes e pisos, tipo e espessura dos vidros, orientação solar, entre outros.

Os principais dados e parâmetros utilizados na simulação serão apresentados a seguir:

### ILUMINAÇÃO

A iluminação dos ambientes condicionados impõe uma carga adicional ao sistema, uma vez que dissipa calor para o ambiente. Conforme determinado no levantamento preliminar, nos ambientes há iluminação com lâmpadas tubulares fluorescentes. Foi considerada uma taxa de dissipação de energia de 16 W/m<sup>2</sup> para tais lâmpadas, seguindo a distribuição conforme o desenho de arquitetura. Esse valor de referência foi retirado da tabela C2 da NBR 16.401-1/2008. Portanto, foi calculada a quantidade de potência por metro quadrado de área para cada ambiente.

### PESSOAS

Foi considerada uma taxa de ocupação nos ambientes, levando em conta o layout fornecido e observações reais do movimento na edificação durante horários de pico. A taxa de dissipação de calor por pessoa foi selecionada de acordo com a Tabela C.1 da norma NBR-16.401-1/2008, que classifica as atividades como "Atividades moderadas em trabalhos de escritório" e estabelece uma taxa de dissipação de calor sensível de 75 W e calor latente de 55 W por pessoa.

### EQUIPAMENTOS

Foi considerada uma taxa de dissipação de calor por equipamentos de 21,5 W/m<sup>2</sup> nos cálculos de carga térmica, conforme a Tabela C.6 da norma NBR 16.401-1, para uma alta densidade de equipamentos.

### AR EXTERNO

Os cálculos da taxa de renovação de ar são realizados utilizando o método definido na ABNT NBR 16.401-3 e comparados com a recomendação mínima de taxa de renovação de ar da RE-09 do Ministério da Saúde, que é de 27 m<sup>3</sup>/h/pessoa. O maior valor entre os dois é utilizado nos cálculos.

### ELEMENTOS CONSTRUTIVOS

A seguir estão os valores de condutibilidade térmica dos elementos construtivos do prédio, que foram utilizados no dimensionamento da carga térmica:

## COBERTURA DO EDIFÍCIO

Telha de fibrocimento em cima de laje de concreto com espessura de 10cm, na cor cinza. Portanto, para o telhado, o coeficiente global de transmissão de calor considerado foi de 2,45 [W/m<sup>2</sup>.°K].

## PAREDES EXTERNAS DO EDIFÍCIO

Reboco com espessura de 25mm, tijolo de 150mm, reboco com espessura de 25mm, com cor média. Portanto, para as paredes externas do edifício, o coeficiente global de transmissão de calor considerado foi de 2,1 [W/m<sup>2</sup>.°K].

## JANELAS EXTERNAS DO EDIFÍCIO:

Vidro comum – 3mm de espessura com proteção interna, persianas, com coeficiente de sombreamento devido a projeção da cobertura. Portanto, para as janelas externas do edifício, o coeficiente global de transmissão de calor foi de 6,49 [W/m<sup>2</sup>.°K].

## PORTAS E ABERTURAS

As portas que levam a ambientes externos ou não condicionados foram consideradas abertas, porém com a presença de cortina de ar. Já as outras aberturas, como janelas e passagens de ar, foram consideradas fechadas. Embora os ambientes climatizados criem uma pressão positiva, foi levada em conta a presença de infiltrações devido à utilização dos ambientes.

## ORIENTAÇÃO SOLAR

A orientação solar foi obtida através dos projetos topográficos.

## INSOLAÇÃO

Os vidros expostos à radiação solar devem ser protegidos por persianas. A ausência de persianas pode causar desconforto aos ocupantes devido à incidência direta de raios solares, mesmo que todas as condições estabelecidas no projeto estejam sendo atendidas.

## DADOS CLIMATOLÓGICOS

Cidade	Brasília
Altitude	1.050
Latitude	15,77 S
Longitude	47,93 W
Temperatura de bulbo seco	32,5 °C
Temperatura de bulbo úmido	23,5 °C

Dados referentes ao arquivo climático da cidade de Brasília fornecido pelo Solar and Wind Energy Resource Assessment (SWERA), juntamente com o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e LABSOLAR/UFSC (Laboratório Solar) da Universidade Federal de Santa Catarina.

#### Condições Internas

Temperatura de bulbo seco	24,0 °C ± 2,0 °C
Umidade relativa	Flutuante

#### Características do Envelope da Edificação

Direção das paredes externas: conforme projeto de arquitetura;

Vidro: SC: 0,92 e U-factor: 5,7 W/m<sup>2</sup>°C.

#### Premissas de Cálculo

Ambiente	Ocupação (pessoas)	Taxa Iluminação (W/m <sup>2</sup> )	Taxa Dissipação de Equipamentos (W)	Taxa de Renovação Ar Externo
Copa	06	22	1200	16,6 m <sup>3</sup> /h/pessoa e 4,3m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>
Secretaria de Subdivisão	06	22	1200	27 m <sup>3</sup> /h/pessoa
Subdivisão	03	22	700	27 m <sup>3</sup> /h/pessoa
Chefia de Subdivisão	03	22	700	27 m <sup>3</sup> /h/pessoa
Secretaria de divisão	06	22	1200	27 m <sup>3</sup> /h/pessoa
Divisão	06	22	700	27 m <sup>3</sup> /h/pessoa
Chefia de divisão	03	22	600	27 m <sup>3</sup> /h/pessoa
Higiene Brônquica	02	22	600	02 trocas/h
Ginásio Pneumo	07	22	700	02 trocas/h
Pista de Reabilitação	04	22	-	02 trocas/h
Ginásio Cardio	10	22	700	02 trocas/h
Salas Multi 01 a 03	03/sala	22	-	02 trocas/h
Salão Multiprofissional	08	22	350	11,1 m <sup>3</sup> /h/pessoa e 1,4m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>
Salas Avaliação 01 a 04	03/sala	22	350/sala	02 trocas/h
Box 01 a 04	02/box	22	-	27 m <sup>3</sup> /h/pessoa
Recepção	13	22	1050	11,1 m <sup>3</sup> /h/pessoa e 1,4m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>
Ginásio Trauma	16	22	-	02 trocas/h

**RESUMO DE CARGA TÉRMICA**

O cálculo da carga térmica foi realizado através do software HAP-Carrier, versão 5.1, o qual se utiliza de métodos preconizados pela ASHRAE. O pico de carga térmica é de 178,81 kW (50.84 TR) e ocorre às 16 h do mês de março. Com os fatores de segurança adotados e para o melhor balanceamento do sistema, a carga atendida instalada pode chegar até a 245 kW (69,66 TR).

Ambiente	Carga Térmica Total (kW*)	Carga Térmica Sensível (kW*)
Copa	5,28	4,39
Secretaria de Subdivisão	7,47	5,75
Subdivisão	3,50	1,07
Chefia de Subdivisão	3,50	1,07
Secretaria de divisão	5,50	3,07
Divisão	6,98	5,21
Chefe de divisão	3,50	1,07
Guarda Volumes	1,75	1,60
Higiene Brônquica	4,5	4,17
Ginásio Pneumo	12,39	10,00
Pista de Reabilitação	42,42	41,11
Ginásio Cardio	18,36	15,00
Salas Multi 01 a 03	2,13/sala	1,22/sala
Salão Multiprofissional	4,53	3,58
Salas Avaliação 01 a 04	2,14/sala	1,07/sala
Box 01 e 02	2,02/box	0,33/box
Box 03 e 04	2,08/box	0,42/box
Recepção	10,22	9,08
Ginásio Trauma	25,76	19,52
Sala Online	3,49	3,49

(\*) 3,52 kW = 1 TR = 12.000 Btu/h